

## التركيبات الكهربائية

### التمرين (الأحمال الكهربائية)

- معيشة مساحتها  $\times$  متر مربع. باستخدام طريقة الاحمال النوعية أحسب الحمل الكهربائي الكلي. علما بأن الغرفة تحتاج لمخارج انارة lighting و مخارج قوي (برايز sockets) و مخرج لجهاز تكييف air conditioning.

٢- وضح كيفية استخدام معامل الطلب Demand Factor و معامل التشتت Diversity Factor في حساب الاحمال الكهربائية لمختلف المنشآت.

٣- عمارة سكنية تتكون من ثمانية طوابق. الطابق الاول به اربعة محلات تجارية الحمل الكهربائي لكل منها ١٦ ك.ف.أ. الطابق الثاني ٦ مكتب الحمل الكهربائي لكل منها ك.ف.أ. و الثالث عبارة عن ٥ مكتب الحمل الكهربائي لكل منها . . أ. و الطابق لي الثامن شقق سكنية بها ٣٠ مستهلك الحمل الكهربائي لكل مستهلك . . . .  
العمارة بها مصعد قدرة محركه حصان ميكانيكي.

- وضح المراحل التي تمر بها عملية تقدير الاحمال الكهربائية .
- كون جداول الاحمال لكل طابق و جدول حمل العمارة كلها.
- أحسب الطلب علي القدرة الكهربائية لهذه العمارة و التي بناءا عليها يتم حساب الرئيسي
- ارسم مخطط القدرة الاحادي الوجه (Schematic Diagram) و أكتب عليه جميع البيانات اللازمة.

# 3

## الفصل الثالث

### تقدير الأحمال الكهربائية

هناك خطوة تسبق القيام بالتصميمات التفصيلية لأي مشروع كهربى ، وهى خطوة مطلوبة فى مرحلة الحصول على التراخيص ، حيث يكون المطلوب فقط فى هذه المرحلة هو تحديد القدرة الكهربائية الإجمالية للمشروع دون الحاجة إلى تفاصيل. ولتنفيذ هذه الخطوة يلزم التعرف على طرق تقدير الأحمال إجمالاً فى المشروعات الكهربائية.

وفى البداية نشير إلى أن الأحمال الكهربائية (غير الصناعية) تصنف إلى المجموعات التالية:

1. أحمال الإنارة ، وتنقسم إلى الإنارة الداخلية (للفراغات و الممرات و الإنارة العامة) ، و الإنارة الخارجية (إنارة تجميلية ، إنارة الساحات الخارجية ، مواقف السيارة المكشوفة ، إنارة السلالم ، إلخ) . وتغطي أحمال الإنارة كل ما يتعلق بالإنارة العادية و إنارة الطوارئ.
2. أحمال الأجهزة الكهربائية الصغيرة Small Appliances ، وتشمل الأجهزة المستخدمة فى المكاتب و مقابس الاستخدام العامة Sockets التى تغذى مثلاً الثلاجات و التليفزيونات و غيرها.
3. أحمال التكييف Space Conditioning و تغطي أجهزة التبريد و التدفئة و غيرها.
4. الأحمال الكهربائية لأجهزة المياه ، والصرف الصحي مثل المضخات و سخانات المياه و إطفاء الحرائق Fire Fighting و غيرها.
5. أحمال أجهزة الإنذار والتليفونات و غيرها ، وتسمى بأحمال التيار الخفيف.
6. المصاعد الكهربائية و السلالم المتحركة و غيرها. وتسمى أيضاً بالأحمال الديناميكية لأنها تشتمل على حركة.

أما الأحمال الكهربائية الصناعية فتصنف إلى ثلاثة أنواع من الصناعات : الخفيفة والمتوسطة والثقيلة . وبالنسبة لهذه الأحمال تحتاج إلى معلومات تفصيلية أكثر من مجرد جداول عند تقديرها وهى خارج نطاق الكتاب.

### 3-1 مراحل تقدير الأحمال

يختلف تقدير الأحمال الكهربائية بحسب مرحلة التصميم للمشروع ، فالأحمال الكهربائية للمشروع فى مرحلة التصميم الأولى تختلف عن الأحمال الكهربائية للمشروع بعد إنجاز التصميم النهائى. و نستعرض فيما يلي بعض المراحل التى تمر بها عملية تقدير الأحمال الكهربائية .

#### 1 تقدير الأحمال فى المرحلة الابتدائية

يتم تقدير الأحمال الكهربائية فى هذه المرحلة باستخدام الأحمال الكهربائية النوعية (القياسية) للمتر المربع و بمعرفة مساحة الفراغات المعمارية الأولية فى المشروع. وتستخدم هذه الأحمال لتقدير الحمل الكلى للمشروع للحصول على التراخيص ، و لتقدير قدرة المحولات المطلوبة و المساحات التى يجب إضافتها للمشروع لأغراض المعدات الكهربائية ، إلخ.

#### ملحوظة:

يوجد بكل شركة توزيع جداول نمطية لتقدير الأحمال ، يمكن لمهندس الوزارة الاسترشاد بها. وملحق-3 فيه نموذجين لتقدير الأحمال النمطية الأول فى السعودية والثانى فى نطاق القاهرة الكبرى. مع ملاحظة أن التوسع فى تركيب أجهزة التكييف فى مصر قد قلبت هذه الجداول رأساً على عقب ، فأصبح من الضرورى رفع قيم التقدير وعدم الاعتماد على مثل هذه الجداول القديمة.

وعموماً ، يقدر الطالب على الحمل بالكيلو فولت أمبير لكل مائة متر مربع من المباني السكنية بمصر بحوالى 2 VA فى الإسكان المتوسط ، بينما يصل فى الإسكان الفاخر إلى حوالى 6-10 kVA . أما التجارى فيقدر عموماً بـ 8-12 kVA .

**2 تقدير الأحمال في مرحلة التصميم النهائي**

عند انتهاء التصميم النهائي للمشروع تكون الأحمال الكهربائية قد تحددت بدقة ، فيمكن بالرجوع إلى المخططات وكتالوجات الأجهزة لمراجعة الـ Ratings للأجهزة المختلفة وتدوينها بجدول تصميم اللوحات الرئيسية كما في الفصل الرابع من هذا الكتاب .

**2-3 التقدير المبدئي لأحمال الإنارة**

تشكل أحمال الإنارة بين 20% إلى 50% من الحمل الكهربائي . و يتراوح الحمل القياسي لأحمال الإنارة لكل متر مربع في المباني المختلفة بين 2 واط/م<sup>2</sup> كما في المخازن إلى حوالى 50 واط/م<sup>2</sup> كما في الملاعب. وتتوقف القيمة المستخدمة على الكود القياسي المستخدم .  
ويلاحظ أن أحمال الإنارة القياسية (W/m<sup>2</sup>) قد تغيرت كثيرا في السنوات الأخيرة بسبب انتشار اللمبات الموفرة للطاقة ، فعلى سبيل كان الكود الأمريكى في الثمانينيات ينصح بقيمة تتراوح بين 30 إلى 50 وات لكل متر مربع في المباني الإدارية فأصبح في أواخر التسعينيات ينصح بقيمة تدور حول 20 وات لكل متر مربع ولا تزال تتناقص. ويبين الجدول 1-3 الأحمال القياسية لأنظمة الإنارة كما وردت في الكود الأمريكى المعروف بـ National Electrical Code أو اختصارا بـ NEC .

جدول 1-3 : أحمال الإنارة القياسية في بعض المرافق المختلفة.

نوع الحيز أو المرفق	الحمل النوعى لكل متر مربع (واط)
البنوك	25
أماكن العبادة	20
النوادي الملاعب	50-20
المستشفيات	35-20
الفنادق ومباني الشقق المفروشة	15
المدارس	20-16
المكتبات	20-15
المتاجر	25
السلام	10

وبالطبع يجب مراجعة هذه القيم لأن هذا الكود ربما يتغير كل عدة سنوات ، كما أن لكل دولة يوجد كود خاص بها ، فعلى سبيل المثال في الكويت تحسب أحمال الإنارة – طبقا لكود الوزارة – كما يلي :

15 W/m <sup>2</sup>	في المباني السكنية .
30 W/m <sup>2</sup>	في المكاتب .
60 W/m <sup>2</sup>	في المحلات و المولات الكبيرة .
30 W/m <sup>2</sup>	في المساجد والمدارس والصالات العامة.

**3-3 التقدير المبدئي لأحمال المخارج العامة (Sockets)**

توجد طرق عديدة لتقدير أحمال المخارج العامة ، منها حساب حمل تقديري يساوى 180VA للمخرج الواحد ، أو اعتبار كل مخرج يكافئ 1.5 أمبير ، أو استخدام جداول الأحمال القياسية للأجهزة المنزلية مثل الجدول 2-3 .

جدول 2-3 : الأحمال القياسية لبعض الأجهزة المنزلية

الجهاز	الحمل التقديرى (W)
جهاز تكييف :	
0.5 tan	800
0.75 tan	1200
1 tan	1600
2 tan	3000
سخان مياه	6000-3000
فرن كهربى	5000-3000
تلفزيون	1000-300
ميكرووف	1000-500
غسالة	1200-800

وفى الكود الأمريكى NEC يتم اعتبار مجموع هذه الأحمال العامة فى حسابات الشقق السكنية بـ 3000 VA للشقة لكنهم يضيفون بعد ذلك بصورة منفصلة الأحمال المنزلية ذات الحمل المرتفع مثل الغسالة والمجفف Dryer والفرن .

ويلاحظ أن هذه النوعية من الأحمال – على العكس من أحمال الإضاءة – تتزايد القيمة التقديرية للـ  $W/m^2$  باستمرار ، فالكود الأمريكى فى الثمانينيات كان يفترض أنها تساوى من 20 إلى  $30 W/m^2$  ، فصار فى التسعينات يصل إلى  $50 W/m^2$  ، والسبب فى ذلك يرجع إلى تزايد استخدام أجهزة الاتصالات والكمبيوتر ، وكذلك الأجهزة المنزلية مثل الميكرووف وغيرها .  
والجدول 3-3 يعطى قيم تقريبية للأحمال العامة (Sockets) فى الأماكن المختلفة كما فى الكود الكويتي.

جدول 3-3 : أحمال تقديرية للمخارج العامة

المكان	الحمل التقريبي $W/m^2$
المكاتب / غرف الاجتماعات/المنازل	50 – 30
المحلات	60 - 40
الفصول	20-10
المطابخ	2 : 6 Circuits (each of 20A)

### 3-3-1 أحمال الخدمات العامة

بالإضافة إلى أحمال الإضاءة الداخلية والمخارج العامة – وكذلك التكييف كما فى الجزء التالى – هناك أحمال تمثل منافع عامة لكافة السكان ، من أهمها المصاعد ، ومضخات رفع المياه . وهناك بالطبع أحمال أخرى لكنها أقل فى التأثير منها مثل إنارة السلم أو المداخل.

وأحمال المصاعد والمضخات يقوم بتقديرها مهندس الميكانيكا ، ثم تضاف إلى إجمالى أحمال الإنارة والمخارج والتكييف. ويمكن تقدير حمل المصعد الواحد بحمل تقديرى يتراوح بين 15 kW - 25 حسب ارتفاع المبنى وعدد المستخدمين ، كما يمكن تقدير المضخة الواحدة بحوالى 5 kW .

### 3-4 حسابات التكييف

نشير فى البداية إلى أن التقدير الدقيق لحسابات التكييف ليس من مسؤولية مهندس الكهرباء بل مسؤولية مهندس التبريد والتكييف ، لكن يجب على مهندس الكهرباء أن يكون على الأقل ملماً بطرق الحسابات التقريبية لأحمال التكييف.

وتتوقف قيمة القدرة الكهربائية اللازمة لأحمال التكييف على الظروف المناخية ، و جودة مواد البناء المستخدمة (لأسيما مواد العزل الحرارى) ، و أحمال الإنارة الداخلية ، و عدد الأشخاص فى الفراغ أو الحيز المراد حساب أحماله ، و نوع الأجهزة و المعدات الموجودة فيه.

وتجدر الإشارة إلى أن تزايد الاعتماد على الأجهزة الكهربائية المختلفة يعنى بالضرورة تزايد حمل التكييف حتى مع ثبات عدد الأشخاص فى الحيز الواحد ، وذلك ببساطة لأن كل استهلاك للطاقة ينتج عنه طاقة حرارية بالضرورة وهذا يستلزم زيادة قدرة جهاز التكييف للتخلص من هذه الحرارة الإضافية. فكل طاقة كهربائية قدرها

جدول 3-4 : ساعات وقدرات الوحدات الـ Split

المساحة المخدومة (م <sup>2</sup> )	نظام التشغيل	قدرة الوحدة الكهربائية		القدرة الحرارية	
		بارد/ساخن (ك.و.)	بارد فقط (ك.و.)	(طن تبريد)	(و.ح.ب/ساعة)
12 – 10	1/50/220	1.5	1.540	1	12000
18 – 15	1/50/220	1.6	1.930	1.5	18000
25 – 20	1/50/220	2.670	2.670	2	24000
30 – 25	1/50/220	4.20	3.745	3	36000
40 – 35	3/50/380	4.50	3.5	3.5	42000
50 – 40	3/50/380	5.00	4.5	4	48000
60 – 50	3/50/380	7.00	6.25	5	60000

أما في دول الخليج – نأخذ الكويت على سبيل المثال – حيث ترتفع درجة الحرارة فوق الخمسين درجة مئوية فالشائع هو استخدام نظام التكييف المركزي Central Air Condition لتكييف المنزل بالكامل ، ومن ثم ترتفع قيمة أحمال التكييف بشدة مقارنة بالدول ذات المناخ المعتدل . وتحسب أحمال التكييف التقديرية (تبريد هواء) طبقا للمواصفة رقم MEW/R-6 كما يلي:

65 W/m <sup>2</sup>	في المنازل
70 W/m <sup>2</sup>	في المكاتب
90 W/m <sup>2</sup>	في المحلات
80 W/m <sup>2</sup>	في المولات الكبيرة
120 W/m <sup>2</sup>	في المساجد
100 W/m <sup>2</sup>	في المدارس
145 W/m <sup>2</sup>	في الصالات العامة

ويمكن أن تحسب القيمة التقريبية لحمل التكييف بطريقة أبسط حيث يفضل البعض حسابها بوحدات الطن / تبريد ، وتتراوح هذه القيمة بين 3.5 - 5.5 ton/100m<sup>2</sup> ، أو ما يعادل ( 420 – 660 BTU/Hr/m<sup>2</sup> ) ، حسب طبيعة استخدام المبنى ، ثم نستخدم معامل التحويل من طن تبريد إلى قدرة كهربائية ، وهذا المعامل يساوى ( 1.6 – 2.5 kW/ton ) .

لاحظ أن القيم التقريبية ليست قيمة واحدة بل تقع بين قيمتين ، وذلك لأن حسابات التكييف تتضمن عناصر متعددة منها عدد الأشخاص المتواجدين بالمبنى ، ومساحات النوافذ ، وهل هناك شجر حول المبنى أم لا ، وهل واجهة المبنى شرقية أم غربية ، وما نوع ودرجة جودة العوازل المستخدمة في الحوائط والأسقف ، إلخ. وكثرة هذه المتغيرات تجعل من المستحيل استخدام قيمة واحدة ، لكن يمكن للمصمم أن يختار قيمة بين هاتين القيمتين طبقا لتقديره الشخصي. وفي كل الأحوال لابد من قيمة دقيقة في المرحلة النهائية لتصميم المشروع ، وهذه القيمة تحسب بواسطة مهندس التكييف وليس مهندس الكهرباء.

لاحظ لأن حسابات التكييف تعتمد كما ذكرنا على كمية الحرارة الداخلة إلى المبنى بالإضافة إلى كمية الحرارة المتولدة داخل المبنى ، ورغم أن كمية الحرارة الداخلة تتأثر بشدة بدرجة الحرارة الخارجية إلا أن تطبيق قوانين صارمة في استخدام المواد العازلة الجيدة في البناء يجعل من درجة الحرارة الخارجية عنصرا غير مؤثر بدرجة كبيرة في المقارنة مثلا بين دولتين بسبب الالتزام الصارم باستخدام مواد عازلة جيدة في المباني السكنية بالكويت. وبالطبع كلما كانت المواد العازلة رديئة الجودة كلما كان تأثير درجة الحرارة الخارجية أكبر.

#### 2-4-3 ملاحظات على تقدير كمية التبريد

- يتم احتساب الكمية المطلوبة بعد دراسة مساحة المكان ، و معرفة ما إذا كان المبنى المراد تكييفه معزولا حراريا أم لا ، فإذا لم يكن معزولا فإن الكمية المطلوبة لتبريد ( أو التدفئة في البلاد الباردة ) تزيد بنسبة 25% - 30% عن المبنى المعزول.
- يجب على المهندس المعماري المصمم أن يراعى توجيه البيت الاتجاه الذي يساعد على تقليل أحمال التكييف ، وذلك بتقليل أو معالجة الفتحات في الواجهات المعرضة للشمس.

**Table for Equipment Loads and Power Factors**

Note: This table shall be used only in case the exact manufacturer data are not available. If manufacturer selection and power requirement are available, then use power as per catalogue		
Type pf load	Demand LOAD VA	PF
<b>LAMPS</b>		
Incandescent and Halogen Lighting Fixtures	Lamp Wattage	.85
Fluorescent Fixture with magnetic Ballast	Lamp Wattage	.85
Fluorescent Fixture with HF electronic Ballast	Lamp Wattage	.85
Mercury Vapors Lamp	Lamp Wattage	.85
Metal Halide lamp	Lamp Wattage	.85
High and Low pressure sodium lamp	Lamp Wattage	.85
<b>Socket Outlets</b>		
General Socket Outlets	250	.85
Power Outlets for specific equipment	Manufacturer Catalog	.85
<b>Office Equipment</b>		
COPY MACHINE	1300	.85
PRINTER	1200	.85
FAX MACHINE	300	.85
PC station (CPU+ Monitor)	300	.85
LASER PLOTTER (FOR DRAWINGS)	1850	
Scanner	200	.85
<b>Mechanical Equipment</b>		
Pumps and fans	Manufacturer Catalog	0.8
Electric Water Heater	Manufacturer Catalog	1.0
HVAC equipment (Chillers, AHU, PACKAGE)	Manufacturer Catalogue	0.85

#### 4.4 Demand loads

Demand Factor for this building shall be estimated based on the following

**Table for Demand Load Factors**

Type of load	Demand Factor
Lighting Load	0.9-1
General Socket outlets	0.5-0.7
HVAC equipment	0.8-0.85

## تقدير أحمال

بيع المصنوعات المصرية

\_\_\_\_\_ : تقدير أحمال

:

2100	/
2100	
2100	دور بدروم (جراج سيارات)
2100	

	تكييف الهواء				
(kW)	(kW)	(kW)	(kW)		
120	50	45	25		
93	30	42	21		
958		252	156		
2065	1365	450	250	/	
20			20	الاضاءة الخارجية	

بيان الأحمال العامة:

:	تكييف مركزي لـ
:	اسانسير قدرة الواحد
:	
:	موتور مياه قدرة الواحد
:	مضخة اطفاء حريق قدرة

وبأخذ معاملات التثنت ومعاملات الأحمال في الإعتبار، فإن القيمة الإجمالية للأحمال

هي: . .

وبالتالى فان القيمة الاجمالية للمحولات المطلوبة . .